

Efecto de los anestésicos en la electroencefalografía

Dr. Víctor Manuel López-Castruita,* Dra. Aleyda Muñoz-García,** Dra. Hilda Judith de la Serna-Soto**

* Neuroanestesiólogo adscrito al Centro de Alta Especialidad «Dr. Rafael Lucio» Xalapa Veracruz.

** Residente de segundo año de Neuroanestesiología. Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía «Manuel Velasco Suárez» Ciudad de México.

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía «Manuel Velasco Suárez».

Solicitud de sobretiros:

Dr. Víctor Manuel López-Castruita
Insurgentes Sur Núm. 3877,
Col. La Fama,
Del. Tlalpan, 14269, Ciudad de México.
Tel. 555 606 3822
E-mail: vm_lopez_castruita@hotmail.com

Abreviaturas:

EEG = Electroencefalografía.
BIS = Índice bispectral.
CAM = Concentración alveolar mínima.

Recibido para publicación: 26-09-2016

Aceptado para publicación: 27-03-2017

Este artículo puede ser consultado en versión completa en
<http://www.medigraphic.com/rma>

RESUMEN

Desde 1937 se describió que los cambios en el estado de consciencia provocados por anestésicos pueden monitorizarse por electroencefalografía (EEG). Posteriormente el índice bispectral (BIS) y entropía retomaron el concepto, haciendo más sencilla la interpretación por medio de gráficas y una calificación numérica. Sin embargo, su uso sólo está validado para algunos fármacos. Los siguientes registros de EEG se tomaron de pacientes reales bajo anestesia general en cirugía neurológica, mediante dos canales bipolares colocados de acuerdo al sistema universal 10/20, A1-Fp1 y A2-Fp2. Se incluyen registros de un paciente despierto y bajo efecto de fármacos utilizados frecuentemente en anestesia, como propofol, sevoflurano y dexmedetomidina. El estudio de estas imágenes, en contraste con la entropía y el índice bispectral, permite interpretar las diferentes ondas y monitorizar los efectos particulares de cada fármaco en tiempo real, sobre estados cerebrales y sus mecanismos neuronales.

Palabras clave: Electroencefalografía y anestesia, índice bispectral, entropía, sistema 10/20.

SUMMARY

Since 1937 it was reported that changes in the state of consciousness caused by anesthetic can be monitored by electroencephalography (EEG). Later the bispectral index (BIS) and Entropy retook the concept, making it easier to interpretation through graphs and numerical rating. However, its use is only validated for some drugs. The following EEG records were taken from actual patients under general anesthesia in neurological surgery by two bipolar channels positioned according to the 10/20 system, A1-Fp1 and A2-Fp2. Records an awake and under the effect of drugs commonly used in anesthesia as propofol, sevoflurane and dexmedetomidine patient is included. The study of these images, in contrast to the entropy and bispectral index, to interpret the different waves and monitor the specific effects of each drug in real time, on brain states and neural mechanisms.

Key words: Electroencephalography and anesthesia, bispectral index, entropy, 10/20 system.

INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas se observó que los cambios en el estado de consciencia provocados por anestésicos estaban relacionados con cambios en la función cerebral monitorizada por electroencefalografía (EEG)⁽¹⁾. Inclusive se pensó que el análisis de este registro podría ser útil para titular las dosis de

los medicamentos y en la toma de decisiones del actuar del anestesiólogo: evitar el despertar transoperatorio con todas sus repercusiones, el exceso de profundidad anestésica o el retraso en el despertar.

Sin embargo, durante casi 50 años esta toma de decisiones se llevó a cabo basada en variables fisiológicas, principalmente cardíacas o respiratorias, y en ocasiones estimando

los tiempos de eliminación de los fármacos, no fue hasta que monitores como BIS y entropía retomaron el concepto y se popularizaron por su sencilla interpretación de la actividad electroencefalográfica, pero su uso sólo está validado para algunos fármacos y no en todos los pacientes. Desde hace algunos años, el grupo de Brown y Purdon⁽²⁾ propone un nuevo acercamiento a la monitorización cerebral: entrenar al anestesiólogo para reconocer e interpretar los estados cerebrales inducidos por anestésicos mediante huellas observables en el EEG sin procesar y el espectrograma.

ELECTROENCEFALOGRAFÍA

El registro de EEG se hace de manera convencional con electrodos de escupe utilizando el sistema internacional 10/20 (Figura 1); en la realización de este trabajo se documentaron registros de un monitor GE Carescape B850 (E-EEG-00, GE Healthcare Finland) con dos canales bipolares, montaje A1-Fp1 y A2-Fp2, escalas de visualización de 50 o 100 μ V, de las huellas de los anestésicos empleados frecuentemente en la práctica clínica.

Las ondas de EEG se clasifican según su frecuencia en rangos de hercios (Hz) –frecuencia de onda por segundo– con las letras del alfabeto griego (Figura 2) y la potencia de cada rango de frecuencia se compacta en un espectro permitiéndonos observar en el lado izquierdo de todas las pantallas el predominio de onda de cada estado cerebral. La morfología y el borde de este espectro, SEF por sus siglas en inglés, se pueden emplear para guiar la profundidad anestésica⁽³⁾.

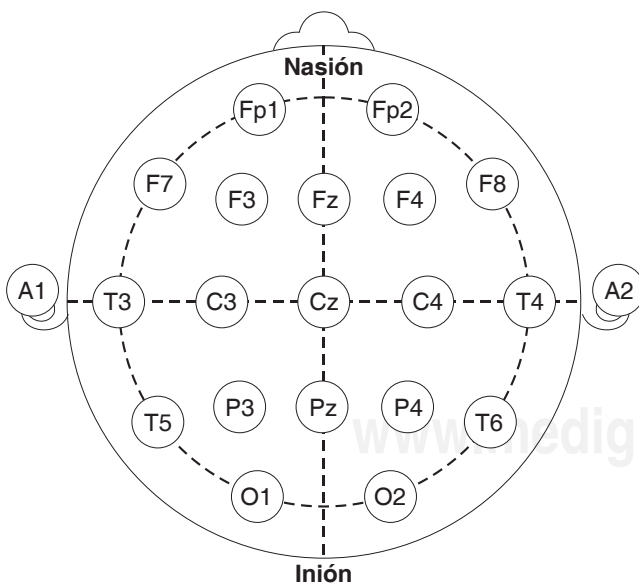


Figura 1. Sistema internacional 10-20 para el montaje de electroencefalografía.

PACIENTE DESPIERTO

El paciente despierto muestra un trazo de EEG con actividad rápida, en rangos beta y gamma, asociados a actividad intelectual, interrumpida en ocasiones por artefactos que sobrepasan la escala de visualización, estos artefactos son provocados por los movimientos oculares o el parpadeo y se pueden disminuir pidiendo al paciente que cierre los ojos, más tarde tras el efecto del bloqueador neuromuscular se deben eliminar por completo siempre que no sea una cirugía neurológica. El espectro puede presentar potencia en todos los rangos de frecuencia sin importar el predominio, y si contamos con tendencia del espectro los trazos se comenzarán a sobreponer para contar con una mejor monitorización (Figura 3).

PROPOFOL

Es actualmente el anestésico más ampliamente usado; mediante hiperpolarización de las neuronas piramidales en la corteza, provoca un trazo de EEG con actividad de predominio alfa y lenta, por el fenómeno de anteriorización de las ondas alfa que en un paciente despierto se encuentran principalmente en la región occipital⁽⁴⁾. El espectro muestra mayor potencia en las frecuencias cercanas al 0, entre 9 y 12 Hz, y no debe mostrar actividad superior a estas frecuencias para determinar que perdió la consciencia; por lo que el SEF 95 debería encontrarse cerca de 12 y máximo en 14 Hz^(3,5), lo que significa

1 segundo

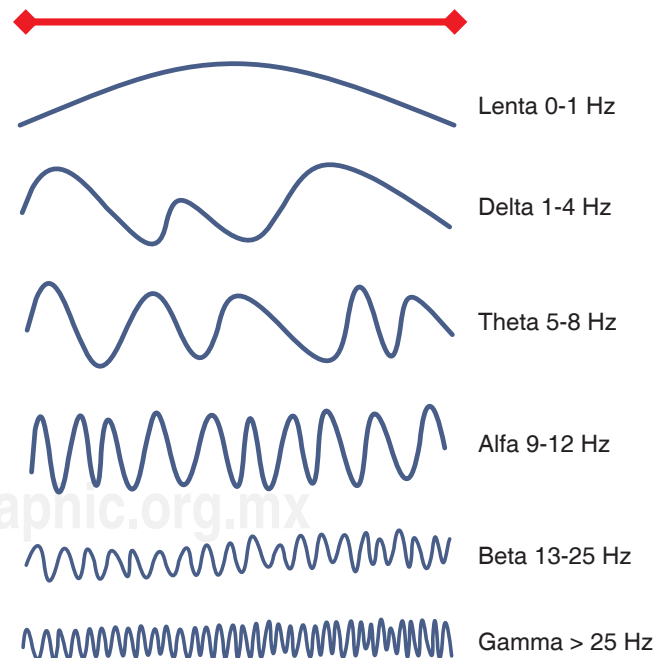


Figura 2. Ondas de electroencefalografía clasificadas por su rango de frecuencia.

que el 95% de las ondas del registro se encuentran por debajo de esta frecuencia (Figura 4).

SEVOFLUORANO

La inhalación de agentes anestésicos halogenados promueve la pérdida de la consciencia por varios mecanismos de acción, incluidos estimulación GABA_A, bloqueo de canales de potasio de doble poro y bloqueo de receptores NMDA⁽²⁾. Administrado a concentración alveolar mínima (CAM) por arriba de 0.7 mostrará un trazo de EEG y espectro similar al de propofol, mismo que cambiará a mayor CAM, primero volviéndose uniforme en todas las frecuencias desde lenta hasta alfa y después volviéndose de predominio delta y lento (Figura 5).

DEXMEDETOMIDINA

Mediante la estimulación alfa 2 provoca la hiperpolarización del sistema reticular activador ascendente, favoreciendo

la transmisión de GABA y galanina del área preóptica del hipotálamo, similar a la observada en el sueño no REM, provocando un trazo de EEG de predominio lento y delta, con la aparición recurrente de oscilaciones de 9 a 15 Hz que duran 1-2 segundos, llamados «spindles». El espectro se observa con mayor potencia en las frecuencias por debajo de 4 Hz y con algo de actividad en el rango alfa, provocada por los spindles (Figura 6).

CONCLUSIÓN

El montaje y el registro de las ondas del EEG puede realizarse de manera muy sencilla y barata; lo complicado puede ser la monitorización y el análisis, ya que son varias ondas, medidas, valores y comparaciones las que deben hacerse para una correcta interpretación, además que requiere la atención constante del clínico.

El estudio de estas imágenes hace darnos cuenta que no es posible asignar un mismo número, en el índice biespectral

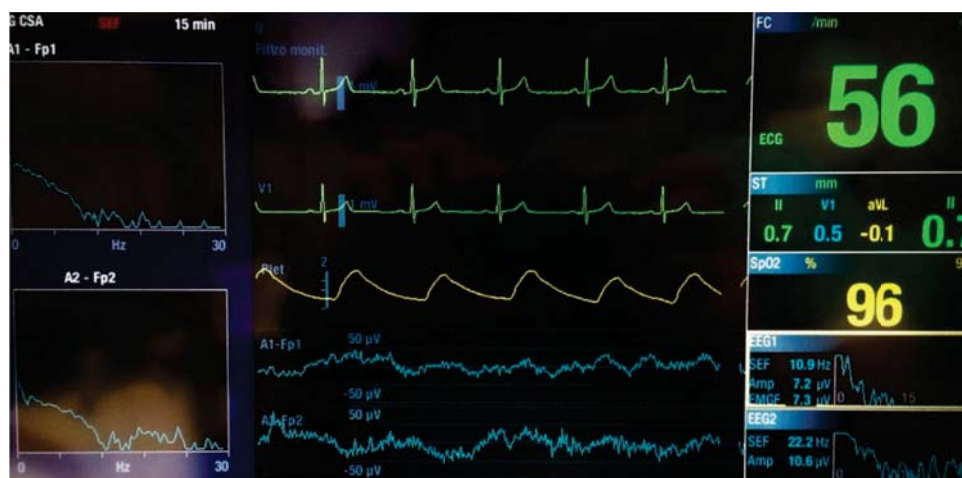


Figura 3.

Paciente despierto a su ingreso a sala. Se observan dos canales de electroencefalografía en la sección de ondas, con actividad rápida, y en la pantalla dividida a la izquierda los espectros de cada canal mostrando potencia en todos los rangos de frecuencia del 0 al 30 Hz.

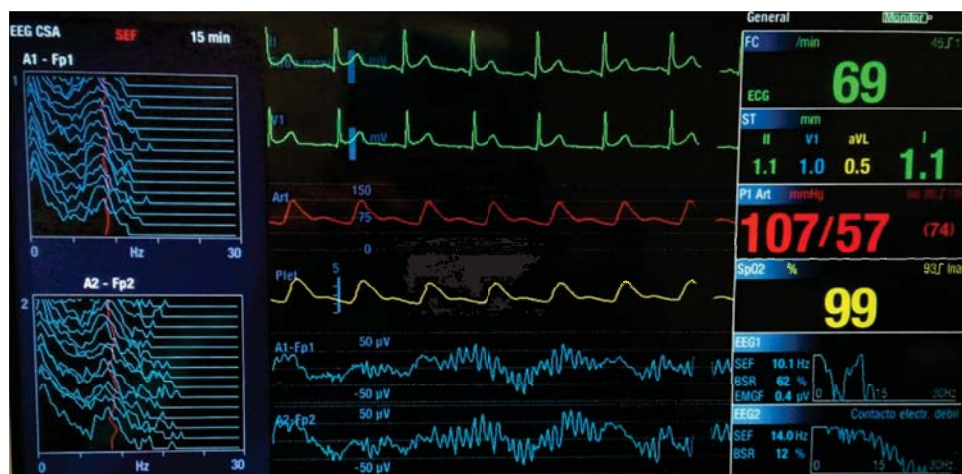


Figura 4.

Propofol. Los canales de electroencefalografía con actividad alfa y lenta sobrepuestas, y los espectros demostrando mayor potencia cerca del 0 y entre los 8 y 12 Hz.



Figura 5.

Sevofluorano. Los canales de electroencefalografía con actividad de todas las ondas por debajo de alfa sobrepuestas, y los espectros de cada canal mostrando mayor potencia desde el 0 hasta los 12 Hz.



Figura 6.

Dexmedetomidina. Los canales de electroencefalografía con actividad de predominio delta, en el recuadro se destaca el *spindle*, y los espectros de cada canal mostrando mayor potencia entre 1 y 4 Hz con ligera actividad cerca de los 12 Hz, correspondiente a los *spindles*.

o en la entropía, a estados cerebrales y mecanismos neurales completamente diferentes; y la observación en tiempo real elimina los errores de interpretación de los otros monitores.

Su utilidad para observar las huellas características de cada fármaco y las repercusiones neurofisiológicas de sus

diferentes efectos es indudable y la destreza para interpretarlo puede lograrse mediante la observación repetida y el estudio, del mismo modo que aprendimos a interpretar las curvas de electrocardiografía, presión arterial o ventilación mecánica.

REFERENCIAS

1. Gibbs FA, Gibbs EL, Lennox WG. Effect on the electro-encephalogram of certain drugs which influence nervous activity. Arch Intern Med. 1937;60:154-166.
2. Purdon PL, Sampson A, Pavone KJ, Brown EN. Clinical electroencephalography for anesthesiologists part I: background and basic signatures. Anesthesiology. 2015;123:937-960.
3. Schwender D, Dauberer M, Mulzer S, Klasing S, Finsterer U, Peter K. Spectral edge frequency of the electroencephalogram to monitor "depth" of anaesthesia with isoflurane or propofol. Br J Anaesth. 1996;77:179-184.
4. Brown EN, Solt KEN, Purdon PL. Control del estado encefálico durante la anestesia general y la sedación. Miller. Anestesia. Elsevier España, S.L.U.; 2016, pp. 1524-1540.
5. Morimoto Y. Usefulness of electroencephalographic monitoring during general anesthesia Effect of anesthetics on EEG and BIS. J Anesth. 2008;22:498-501.